Über den „Urangneis“ in Badgastein

(Mit den Tafeln 1—3)

Von F. KIRCHHEIMER und W. WIMMENAUER[1]

(vorgelegt in der Sitzung am 9. Jänner 1964)

Im September 1958 hat der an erster Stelle genannte Autor das Thermalareal von Badgastein befahren. Seine Aufmerksamkeit galt insbesondere den von F. SCHEMINZKY nebst Mitarbeitern seit einem Jahrzehnt untersuchten uranhaltigen Quellabsätzen und neugebildeten Uranmineralien. Ferner hat ihn die Frage nach einem Zusammenhang ihres Vorkommens mit einer primären Mineralisation im Zentralgneis der Hohen Tauern beschäftigt. Über das Auffinden eines „Urangneises“ im Thermalareal und einen Teil der Befunde ist bereits berichtet worden (1959, S. 55—60).

Nach den früheren Kenntnissen beschränkt sich das Uranvorkommen in Badgastein auf junge Absätze der Thermen und rezente Mineralien. Für den Gneis an den Quellorten hat schon MACHE (1941, S. 70 u. 77) erwähnt, daß das Gestein allenfalls Uranspuren führt. Auch der Radhausberg-Unterbaustollen bei Böckstein erschließt nach EXNER & POHL (1951, S. 49—54) keine ungewöhnlich uranreichen Gesteine oder radioaktive Zonen, obwohl neugebildete Uranmineralien besonders in den bei 1888 m nach Nordosten und Südwesten getriebenen Strecken auftreten. Im Stollen besitzt der Granosyenitgneis eine höhere Radioaktivität als die sonstigen anstehenden Gesteine. Sein aus den Meßwerten errechneter mittlerer Urangehalt beträgt nach E. POHL ungefähr 40 g U/t. Mithin ist im Vergleich zu den gewöhnlichen Gneisen und Graniten mehr als das vierfache Quantum des radioaktiven Elements im Gestein vorhanden. Allerdings dürfte auch die von seinem hohen K_2O-Gehalt bewirkte Radioaktivität in die Meßwerte eingegangen sein.

[1] Mitteilung aus dem Forschungsinstitut Badgastein der Österreichischen Akademie der Wissenschaften Nr. 260.

Die Tatsache des Vorkommens zwar mengenmäßig geringer, aber verbreiteter Neubildungen uranhaltiger Quellabsätze und Mineralien im Thermalareal von Badgastein veranlaßte 1958, nach einer Herkunftsmöglichkeit für das in ihnen enthaltene radioaktive Element zu suchen. Der seit 1950 in Badgastein bei der Anlage eines Parkplatzes vorgenommene Ausbruch hinter dem Kurkasino, dem früheren Hotel Austria, ist in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung. Seine unmittelbar westlich der Ache gelegene Felswand hat schon HABERLANDT & SCHIENER (1951, S. 56, 102 u. 107) beschäftigt. Nach ihren Angaben enthält der in dem zerklüfteten Gneis, vorwiegend aber in seinen Quarzlagen einbrechende Kupferkies 0,003% Ni und 0,005% Sn. Ferner fand sich ein uranhaltiger Hyalit; sein Fluoreszenz-Spektrum hat SCHEMINZKY (1958, S. 9 u. Abb. 4c) veranschaulicht. Dieses im Thermalareal verbreitete Kieselgel und der eine Kluft in der Felswand füllende Reissacherit von beträchtlicher Radioaktivität werden einem früheren Quellstrang zugeordnet.

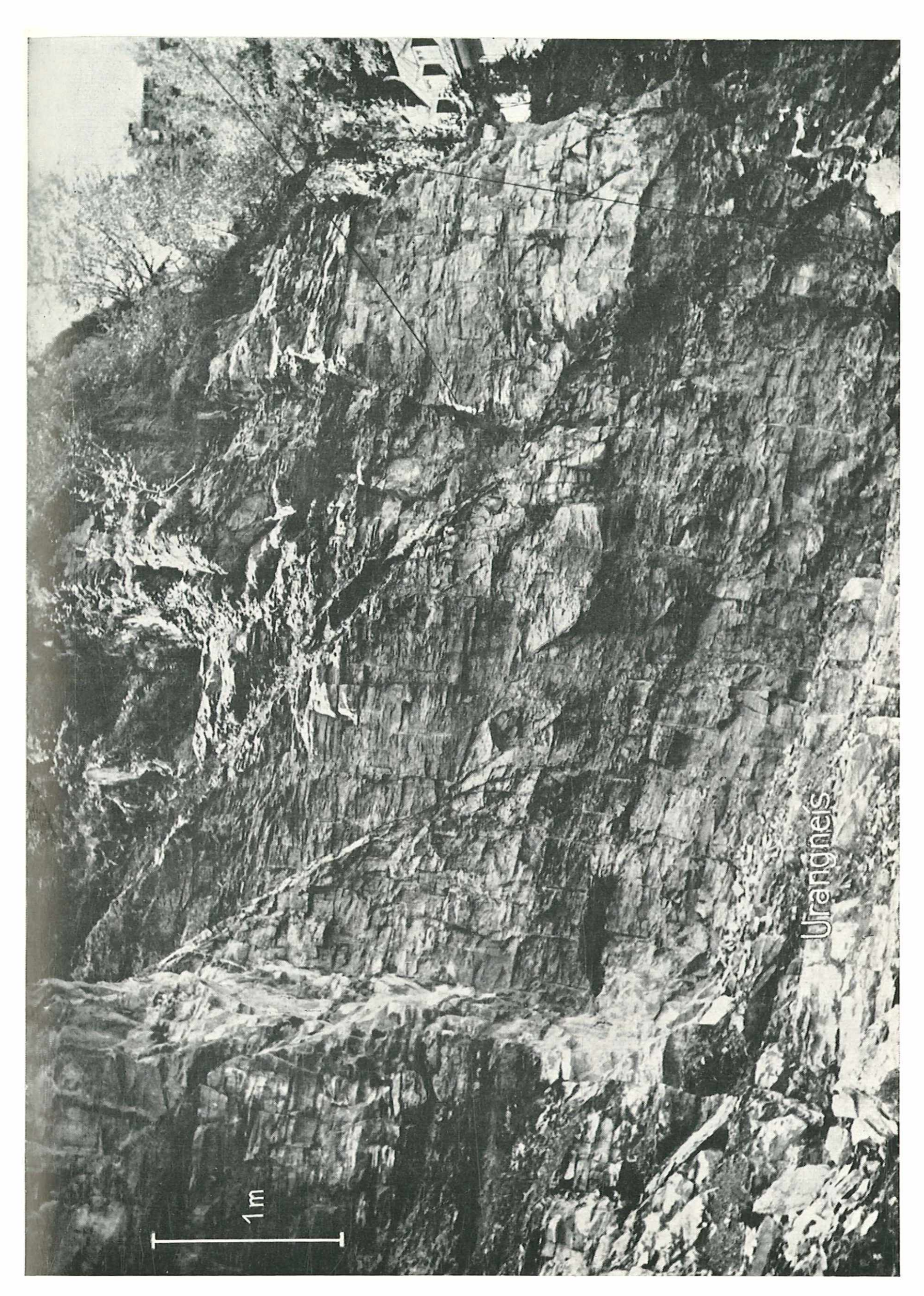
Im östlichen Teil des Aufschlusses hinter dem Kurkasino liegt etwa 2 m über der Sohle eine bis zu 1,5 m mächtige Gesteinsbank, die mit etwa 10° nach Westen einfällt (vgl. Taf. 1). Sie ist nicht nur durch petrographische Charaktere deutlich gegen das Hangende und Liegende abgegrenzt, sondern besitzt auch eine ungewöhnliche Radioaktivität. Erzreiche Lagen erzeugen einen bis zu 20fachen Meßwert gegenüber den in Badgastein an sonstigen Stellen anstehenden Gesteinen. Der Gneis dieser Bank enthält nach den Ergebnissen der Radiometrie zwischen 0,01 und 0,05% Uran; im Mittel dürften 400 g U/t vorhanden sein. Die chemische Analyse einer Durchschnittsprobe ergab 0,035% U, also etwa den gleichen Gehalt. Ferner sind 1,16% Cu, 0,021% As, 0,012% Pb, 0,010% Zn, 0,002% Co, 0,001% Ni und 5 g Ag/t vorhanden. Au und Sn konnten selbst nicht als Spurenstoffe nachgewiesen werden. Der aus der Durchschnittsprobe im Sichertrog hergestellte erzreiche Schlich besitzt einen Urangehalt von 0,2%, obwohl bei dieser Art der Aufbereitung erhebliche U-Verluste eingetreten sein dürften.

Das uranhaltige Gestein vom Kurkasino ist ein kleinkörniger, deutlich geschieferter Muskovitgneis, in dem eingesprengter Kupfer-

---

Tafel 1

„Urangneis" im Aufschluß hinter dem Kurkasino von Badgastein (nach einem Lichtbild von F. SCHEMINZKY).


Urangneis
1m

kies und Pyrit besonders auffallen[2]. Der blaßgrüne Muskovit erscheint auf dem Querbruch in langgestreckten, meist etwas unregelmäßig-welligen Zeilen von unter 1 mm bis zu etwa 3 mm Dicke (vgl. Taf. 2, Fig. a). Die zwischen ihnen liegenden Feldspat-Quarzlagen sind im allgemeinen kleinkörnig; ihre Dicke wechselt zwischen wenigen Millimetern und etwa 2 cm. Einzelne größere Feldspat-Individuen kann man mit bloßem Auge erkennen. Dagegen tritt der Quarz makroskopisch weitgehend zurück. Die sulfidischen Erzmineralien liegen in den Muskovit-Zeilen und in den Feldspat-Quarzlagen als Einzelkörner und Aggregate von bis zu 3 mm Größe. Mit beginnender Verwitterung bildete sich feinkristalliner Malachit, der bevorzugt in den Muskovitaggregaten angesiedelt ist und ihre grünliche Farbe bedingt. In gleicher Weise, aber gelbbraun, erscheint auch fleckenartig verteilter Limonit. Der zwischen den Schüppchen des Muskovits befindliche Malachit täuscht auf manchen Schieferflächen des Gesteins das Vorkommen eines grünen Uranglimmers vor. Indessen konnten in dieser Gesteinsbank keine sekundären Uranmineralien festgestellt werden.

Der quantitative Mineralbestand des Gesteins ist an drei Dünnschliffen nach der Punktzählmethode ermittelt worden (4500 Zählpunkte). Um die sichere Unterscheidung von Kalifeldspat und unverzwillingtem Albit zu ermöglichen, wurden die Dünnschliffe nach HF-Ätzung mit Natriumkobaltnitrit-Lösung behandelt. Dabei bildet sich ein auf den Kalifeldspat beschränkter dichter Niederschlag von Kaliumkobaltnitrit. Die Anteile der Erzmineralien sind in drei Anschliffen gesondert bestimmt worden. Die Zählungen führten zu dem folgenden Ergebnis:

	Vol.-%
Albit	42
Kalifeldspat	36
Muskovit	11,5
Quarz	8
Kupferkies	1,5
Pyrit	0,5
Akzessorien	0,5
± Kalkspat, Malachit, Limonit	

[2] Bereits REISSACHER (1865, S. 61) hat im schieferigen, glimmer- und quarzreichen Gneis des Thermalareals das Vorkommen von Kupferkies, Pyrit und anderen Erzen festgestellt (vgl. auch HABERLANDT & SCHIENER 1951, S. 55). Der für einen Gneis ungewöhnlich hohe K_2O-Gehalt des heute hinter dem Kurkasino erschlossenen Gesteins beträgt 6,85%.

Dieser Mineralbestand unterscheidet das Gestein von der Hauptmasse des durch EXNER (1957, S. 100—126) untersuchten Zentralgneises der Umgebung von Badgastein deutlich. Als besonders auffallend sind das Fehlen des Biotits, der geringe Anteil des Quarzes und die Erzführung anzusehen. Am ähnlichsten dürften dem „Urangneis" nach einer früheren Beschreibung von EXNER (1949, S. 390) einige Varianten des Siglitzgneises sein. Ihr Habitus, der Mineralbestand und Einzelheiten des Gefüges stimmen aber mit den Eigenschaften des Gesteins vom Kurkasino nur unvollkommen überein.

Über die Ausbildung der Gemengteile und das Gefüge des „Urangneises" seien weitere Befunde mitgeteilt. Albit (Anorthitgehalt unter 10%) bildet zusammen mit dem Kalifeldspat das feinkörnige (0,1—0,4 mm) Grundgewebe des Gesteins, in dem sich einzelne größere Feldspäte mit etwas abweichenden Eigenschaften befinden. Die Albite sind meist nahezu isometrisch, häufig anscheinend nicht verzwillingt sowie untereinander und mit dem Kalifeldspat mäßig verzahnt. Einzelne größere Albitkörner (bis 1,5 mm) zeigen deutlich polysynthetische Zwillinge. Sie enthalten locker verstreute Muskovitschüppchen und gelegentlich unregelmäßig-buchtig eingreifende Kalifeldspateinlagerungen. Der Kalifeldspat des Gesteins erwies sich in allen untersuchten Fällen als Mikroklin. Die Gitterung ist entweder scharf oder nur flau entwickelt, an kleineren Individuen häufig überhaupt nicht erkennbar. Größere Mikrokline (bis über 2 mm) können zusätzlich nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingt sein. Sie besitzen häufig orientierte Albiteinschlüsse und -ränder. Gelegentlich ist an den größeren Kalifeldspäten eine schwach undulöse Auslöschung sichtbar. Der Quarz tritt in unregelmäßig-rundlichen, wenig verzahnten Einzelkörnern und Aggregaten auf; er zeigt eine bemerkenswert glatte Auslöschung. Der Muskovit bildet 0,2—1 mm große Schüppchen, die meist zu langen Flasern und Zeilen vereinigt sind. Die einzelnen, nahezu idiomorphen Schüppchen zeigen nur selten Anzeichen postkristalliner mechanischer Beanspruchung. Pyrit erscheint in bis zu 0,4 mm großen, gerundeten, oft von Kupferkies umgebenen Körnern. Das letztere Erzmineral ist meist xenomorph; seine unregelmäßig-eckigen Aggregate erreichen etwa 3 mm Durchmesser. Vereinzelt wurde auch Arsenkies beobachtet. Kalkspat kommt in einzelnen Lagen des Gesteins als Zwickelfüllung und auf Rissen der größeren Feldspäte in geringer Menge vor.

Unter den akzessorischen Gemengteilen überwiegen Angehörige der Epidot-Familie. Orthit bildet bis 0,2 mm große, fast idiomorphe Körner von blaßbräunlicher Farbe. Licht- und Doppel-

brechung zeigen an, daß das Mineral noch kaum metamikt verändert ist. Neben dem schwach doppelbrechenden Orthit kommt in etwa gleicher Menge ein farbloser, also sehr eisenarmer Epidot mit höherer Doppelbrechung vor, der auch von EXNER & POHL (1951, S. 26) erwähnt wird. Einzelkörner und Säume um Orthit mit blauen, anomalen Interferenzfarben dürften als Klinozoisit zu deuten sein. Im Dünnschliff wurden Apatit und Titanit als weitere Akzessorien beobachtet. Ein Schwermineralkonzentrat enthält außer den schon genannten Mineralien Zirkon, Rutil, Brookit und Uranpecherz in geringer Menge.

Das Gefüge des „Urangneises“ vom Kurkasino ist in Übereinstimmung mit der Darstellung von EXNER (1957, S. 105) als im wesentlichen blastokataklastisch zu kennzeichnen. Die blastische Kristallisation der Gemengteile überdauerte die tektonische Beanspruchung, so daß die Einzelkörner auch mechanisch empfindlicher Minerale, wie Quarz und Muskovit, kaum Anzeichen postkristalliner Deformation aufweisen. Für eine der Kristallisation vorausgegangene Kataklase zeugen außer den älteren Befunden im Zentralgneisbereich die feinkörnige Ausbildung des Grundgewebes und das Vorkommen einzelner größerer Albit- und Kalifeldspatindividuen, die als porphyroklastische Relikte der von EXNER (1957, S. 103/104) erkannten älteren Feldspatgeneration angesehen werden können. Die undulöse Auslöschung einiger Kalifeldspäte beweist, daß an ihnen die Wirkungen dieser Kataklase noch nicht völlig durch die blastische Umkristallisation verheilt sind.

Die Frage nach der Bildungsweise der sulfidischen Erze kann gegenwärtig nur mit Vorbehalt beantwortet werden. Schon früher hat man über Kluftfüllungen mit Quarz und Flußspat in der unmittelbaren Nachbarschaft des nunmehr als uranreich erkannten Gesteins berichtet. Unsere Beobachtungen an seinen Erzmineralien deuten allerdings nicht unbedingt auf eine in Bezug auf den Gneis epigenetische hydrothermale Zufuhr der Metalle. Dagegen sprechen vor allem das Fehlen von Zersetzungserscheinungen an den übrigen Gesteinsgemengteilen und die Abwesenheit hydrothermaler Gangarten. Vielmehr ist nach der Stellung der Erzmineralien im Gesteinsgefüge wahrscheinlich, daß sie an der letzten blastischen Kristallisation teilgenommen haben. Über noch ältere Phasen in der Geschichte der Erzmineralien gibt das jetzige Gefüge des Gesteins allerdings keine Auskunft. Die Erfahrung, daß Kupferkies und Pyrit im allgemeinen nicht als primäre Komponenten von Gneisen auftreten, legt die Vermutung nahe, daß die Erzmetalle dem Gestein in einer früheren Phase, jedenfalls vor der letzten Kristallisation, zugeführt wurden.

Die für das Gebiet ungewöhnlich hohe Radioaktivität und der chemisch festgestellte Urangehalt der Gesteinsbank berechtigten zu der Annahme, daß neben den nach EXNER & POHL (1951, S. 41—44) im Granosyenitgneis des benachbarten Radhausberges vorhandenen radioaktiven Mineralien (Orthit, Zirkon, Titanit und Epidot) ein weiterer, und zwar besonders uranreicher Übergemengteil vorhanden ist. Seinem Nachweis und der Identifikation dienten die folgenden Untersuchungen:

a) Kontakt-Radiographien (vgl. Taf. 2, Fig. b u. 3, Fig. a).— Anschliffe ergaben meist punktförmige Schwärzungen, die sich in den Muskovit-Zeilen des Gneises häufen. An einigen der besonders stark strahlenden Stellen konnte als Träger der Radioaktivität ein vollkommen opakes, hellgrau reflektierendes Mineral von beträchtlicher Härte festgestellt werden. Man erkennt lockere Anhäufungen von unregelmäßigen Einzelkörnern und girlandenartige, bis zu 50 μ große Aggregate. Zwischen den polierten, also frischen Partikeln liegen meist unpolierte Substanzen, die vermutlich Produkte der Zersetzung des radioaktiven Minerals sind.

b) Aus etwa 2 kg Gesteinspulver wurde ein Schwermineralkonzentrat hergestellt. Proben der Fraktionen unter 0,075 mm und von 0,075 bis 0,2 mm sind in der Dunkelkammer auf angefeuchtete Perutz-Braunsiegel-Platten gestreut und dort 4 Wochen be-

---

Tafel 2

a Anschliff eines Handstückes des „Urangneises", quer zur Schieferung. Man erkennt dünne Muskovit-Zeilen und die dickeren Feldspat-Quarzlagen des Gesteins (etwa natürl. Größe).

b Kontakt-Radiographie des von a veranschaulichten Anschliffs. Die den durch das radioaktive Mineral bewirkten Schwärzungen entsprechenden hellen Effekte befinden sich besonders in Muskovit-Zeilen des „Urangneises" (etwa natürl. Größe).

Tafel 3

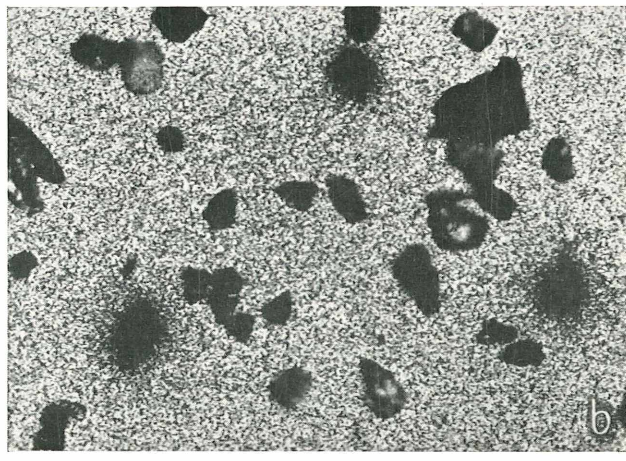
a Kontakt-Radiographie des Anschliffes eines Handstückes des „Urangneises", in der Ebene der Schieferung. Die hellen Effekte stammen von den durch die in Muskovit-Zeilen gehäuften Körnchen des radioaktiven Minerals bewirkten Schwärzungen (etwa natürl. Größe; vgl. KIRCHHEIMER 1959, Textabb. 9).

b Streu-Präparat eines Schwermineralkonzentrats aus dem „Urangneis". In der photographischen Emulsion erkennt man um drei opake Aggregate des radioaktiven Minerals die Schwärzungen (Exposition 2 Wochen; etwa 110mal vergrößert).

Tafel 2

a

a



lassen worden. Es entstanden Schwärzungen um einzelne unregelmäßig geformte Körnchen eines schwarzen, opaken Minerals (vgl. Taf. 3, Fig. b). Die gröberen Fraktionen bestehen überwiegend aus Sulfiden und besitzen keine ungewöhnliche Radioaktivität.

c) Uneingedeckte Dünnschliffe des Gesteins wurden mit AGFA K 102-Film überzogen. Nach einer Exposition von 2 Wochen zeigten sich Alpha-Spuren um ein opakes Mineral, das bevorzugt in den Muskovit-Zeilen und nicht selten in Begleitung des Orthits auftritt. Die radioaktive Substanz bildet unregelmäßig geformte, einige hundertstel Millimeter große Einzelkörnchen sowie Aggregate mehrerer von ihnen. An keinem anderen Mineral des Gesteins wurden Alpha-Spuren festgestellt, selbst nicht um die Orthite und Zirkone.

Nach diesen Radiographien ist die Deutung des radioaktiven Minerals als Uranpecherz wahrscheinlich. Sowohl die Härte als auch die optischen Eigenschaften und die hohe Radioaktivität der winzigen Körnchen erteilen Hinweise auf diese Zuordnung. Ob Uraninit oder die kollomorphe Pechblende vorliegt, ist bei der Indifferenz der Merkmale nicht zu entscheiden. Das in einem Gestein von der beschriebenen Beschaffenheit mögliche Auftreten des Coffinits dürfte zu verneinen sein, da das radioaktive Mineral im Dünnschliff völlig opak erscheint.

Aus Gneisen, Glimmerschiefern und Phylliten des Erzgebirges hat bereits Sandberger (1885, S. 178, 227/228 u. 233) winzige Uranpecherzkörnchen durch Sichern gewinnen und in Schlichen anreichern können; auch die bergwirtschaftliche Verwertung dieses Übergemengteiles der Gesteine ist von ihm angeregt worden (vgl. Kirchheimer 1963, S. 224 u. 230/231). In unserer Zeit hat Neuhaus (1953, S. 80/81) Uraninit in einem radioaktiven Konzentrat aus Granit von Weissenstadt im Fichtelgebirge nachgewiesen. Ferner ist zu erwähnen, daß H. Meixner schon 1939 in einem Nebengestein der Talklagerstätte am Aplitgranit von Schellgaden im Lungau bis zu 50 μ große Uranerzkörnchen feststellen konnte (S. 139/140). Nach Avias & Coppens (1956, S. 1647—1649; Textabb. 1—4) finden sich auch bei Neualm unweit Schladming mit sulfidischen Erzmineralien zahlreiche Mikrolithe der Uranpechblende in einer quarzigen, an Carbonaten reichen Gangart.

Das Auffinden eines Gesteins von der Qualität armer Uranerze im Thermalareal zu Badgastein ist für die Erwägungen über die Herkunft der radioaktiven und uranhaltigen Substanzen an den Quellaustritten sowie im Radhausberg bedeutsam. Bislang hat man den im vordersten Abschnitt des Unterbau-Stollens anstehenden Granosyenitgneis der bis zu 400 m mächtigen, südlich von Badgastein gelegenen Romate-Decke mit ungefähr 40 g U/t für das durch die maximale Radioaktivität ausgezeichnete Gestein

des Gebietes gehalten. So mußten Haberlandt & Schiener (1951, S. 81—93 u. 97) feststellen, daß ein Zusammenhang zwischen den radioaktiven Mineralien von Badgastein und des Radhausberges mit einem uranhaltigen Substrat nicht erkennbar ist (vgl. auch Meixner 1956, S. 239). Das Vorkommen eines „Urangneises" in Badgastein selbst läßt nunmehr den von diesen Autoren gegebenen Hinweis auf die Möglichkeit der Auslaugung unbekannter Uranvererzungen durch die vadosen Thermen und die anschließende Bildung uranhaltiger Mineralien als zutreffend erscheinen. Der Vorgang kann auch im Untergrund des eigentlichen Thermalareals eintreten. Die Injektion der zerklüfteten Gneise durch aufstoßende uranhaltige Wässer hat in Analogie zu den für Baden-Baden geschilderten Befunden das Entstehen der jetztzeitlichen uranhaltigen Effloreszenzen im Thermalareal von Badgastein und an Streckenstößen im Radhausberg bei Böckstein bewirkt (vgl. Kirchheimer 1959, S. 23 u. 27).

Über die Herkunft des im „Urangneis" von Badgastein enthaltenen Urans sind nur Vermutungen möglich. Mit den sulfidischen Erzen könnte das Uranpecherz zu seinem Altbestand gehört haben. Für den erzarmen Granosyenitgneis der Romate-Decke haben Exner & Pohl (1951, S. 41—44) ebenfalls angenommen, daß die radioaktive Substanz bereits im Ausgangsgestein vorhanden war, allerdings in einer heute unbekannten Form. Bei seiner späteren Umwandlung ist sie in den neugebildeten Orthit, Zirkon, Titanit und Epidot gelangt. Uranpecherz hatte man als einen Übergemengteil des Zentralgneises der Hohen Tauern bislang nicht festgestellt (vgl. auch Haberlandt 1952, S. 92—100).

Zusammenfassung

Im Thermalareal von Badgastein konnte 1958 ein „Urangneis" aufgefunden werden. Nach dem Ergebnis der näheren Untersuchung ist seine ungewöhnlich hohe Radioaktivität durch einen Urangehalt bedingt, der den der Gesteine des Zentralgneisgebietes der Hohen Tauern um ein Vielfaches übertrifft. Sein Träger sind mit sulfidischen Erzen eingesprengte winzige Körnchen einer nicht näher bestimmbaren Form des Uranpecherzes. Die im Thermalareal von Badgastein und im Radhausberg-Unterbaustollen vorkommenden uranhaltigen Substanzen dürften im Zusammenhang mit ähnlichen, nicht aufgeschlossenen Vererzungen in der Umgebung stehen.

Schriftennachweis

AVIAS & COPPENS, 1956: Sur l'existence probable d'un gisement uranifère dans la région de Neualm (Tauern de Schladming, Autriche). — C. R. Acad. Sci. Paris *245* (1956).

EXNER, 1949: Das geologisch-petrographische Profil des Siglitz-Unterbaustollens zwischen Gastein- und Rauristal. — Sitz.-Ber. österr. Akad. Wissensch., math.-nat. Kl. Abt. I, *158* (1949).

— 1957: Erläuterungen zur geologischen Karte 1:50000 der Umgebung von Gastein. — Wien 1957.

EXNER & POHL, 1951: Granosyenitischer Gneis und Gesteins-Radioaktivität bei Badgastein. — Jb. geol. Bundesanst. Wien *94* (1951).

HABERLANDT, 1952: Neue geochemische Untersuchungen im Gebiet von Badgastein. — Mikrochem. *39* (1952).

HABERLANDT & SCHIENER, 1951: Die Mineral- und Elementvergesellschaftung des Zentralgneisgebietes von Badgastein (Hohe Tauern). — Miner. petrogr. Mitt., III. Folge *2* (1951).

KIRCHHEIMER, 1959: Über radioaktive und uranhaltige Thermalsedimente, insbesondere von Baden-Baden. — Abh. geol. Landesamt Baden-Württemberg *3* (1959).

— 1963: Das Uran und seine Geschichte. — Stuttgart 1963.

MACHE, 1941: Über die Entstehung radioaktiver Quellen. — Mitt. geol. Ges. Wien *34* (1941).

MEIXNER, 1939: Die Talklagerstätte Schellgaden im Lungau (Salzburg). — Z. angew. Miner. *1* (1939); vgl. auch Fortschr. Miner. *23* (1959), S. XXVII.

— 1956: Die Uranmineralvorkommen Österreichs. — Atompraxis *2* (1956).

NEUHAUS, 1953: Über Uraninit im Granit von Weissenstadt (Fichtelgebirge). — Fortschr. Miner. *32* (1953).

REISSACHER, 1865: Der Kurort Wildbad Gastein. — Salzburg 1865 (Neudruck Badgastein 1940).

SANDBERGER, 1885: Untersuchungen über Erzgänge. — II. Heft (Wiesbaden 1885).

SCHEMINZKY, 1958: Technik, Wert und Grenzen der Fluoreszenzanalyse mit gefiltertem ultraviolettem Licht in der Balneologie. — Fund. Balneobiochim. *1* (1958).